R. ISTITUTO SUPERIORE AGRARIO DI PISA
LABORATORI DI PATOLOGIA VEGETALE E DI BATTERIOLOGIA AGRARIA
R. OSSERVATORIO REGIONALE DI FITOPATOLOGIA

33.

O. VERONA e C. FERRETTI

L'azione oligodinamica dello Jodio e dello Joduro Potassico nella nutrizione dei microrganismi del terreno agrario

PISA
Arti Grafiche Nistri-Lischi
1931 - IX.

R. ISTITUTO SUPERIORE AGRARIO DI PISA.
LABORATORI DI PATOLOGIA VEGETALE E DI BATTERIOLOGIA AGRARIA
R. OSSERVATORIO REGIONALE DI FITOPATOLOGIA

33.

O. VERONA e C. FERRETTI

L'azione oligodinamica dello Jodio e dello Joduro Potassico nella nutrizione dei microrganismi del terreno agrario

PISA
Arti Grafiche Nistri-Lischi
1931 IX.

O. VERONA e C. FERRETTI

L'azione oligodinamica dello Jodio e dello Joduro Potassico nella nutrizione dei microrganismi del terreno agrario

RIASSUNTO

Gli Autori, in relazione ai numerosi lavori comparsi in questi ultimi tempi, specialmente per opera della sperimentazione straniera, sulle concimazioni jodiche, dopo aver premesso quali sieno le attuali nostre conoscenze sugli elementi o composti definiti « oligodinamici », indagano il comportamento dei batteri del suolo di fronte a quantità diverse di jodio e di joduro potassico conducendo, inoltre, analoghe esperienze su Eumiceti e su Alghe.

Quindi studiano l'influenza dello jodio e del suo sale potassico sui poteri di ammonizzazione, nitrificazione, denitrificazione, azotoassimilazione; l'influenza sulla solubilizzazione microrganica dei fosfati insolubili; e, infine, l'influenza sul potere amilolitico di alcune colture.

I.

Alcune premesse sulle concimazioni oligodinamiche.

Se in questi ultimi tempi — specialmente per opera delle Scuole Nordiche — la letteratura sullo jodio, sulla concimazione jodica e in genere « catalitica », non si fosse considerevolmente arricchita; e se i reperti sperimentali, qualsiasi essi fossero stati, avessero avuto analoghi riferimenti ed analoghe conclusioni, forse, non sarebbe valsa la pena di ritornare su una questione che si sarebbe potuto dire risolta.

Senonchè, le divergenze sperimentali che ancora si notano e le diverse opinioni, che si vanno o maturando o acquisendo, portano di nuovo l'argomento sul campo dell'attualità.

Per cui, volendo in qualche modo contribuire alla disamina del problema, si sono volute istituire alcune esperienze al fine di avvalorare o meno — secondo vie da altri non seguite — i fatti denunciati dai diversi sperimentatori.

Esse si riferiscono particolarmente alle azioni esplicate dallo jodio e dallo joduro potassico, in quanto su questo composto, sopratutto, è stata richiamata la nostra attenzione.

Ciò ci ha offerto l'opportunità di premettere quanto, sommariamente, è noto sui concimi cosidetti stimolanti.

* * *

Un nuovo capitolo fu aperto alla fisiologia vegetale, allorchè si stabilirono alcuni nuovi fatti sull'azione dei veleni.

Potè stabilirsi allora, in modo non dubbio, che la somministrazione, sia negli organismi animali che vegetali, in quantità minima di alcuni elementi o composti venefici, portava un'esaltazione nelle funzioni organiche, o d'insieme o specifiche. Così l'accrescimento e l'attività formativa venivano ad essere aumentati, i processi di respirazione, movimento, ecc., esaltati.

Il fenomeno — dovuto all'azione di questi elementi che per altro non vènivano a prendere parte diretta nel metabolismo — si interpretò come uno stimolo alle singole funzioni e venne per la prima volta distinto dal NAEGELI (1) col nome di *oligodinamismo.*

Nella serie degli elementi oligodinamici vennero inseriti tutti quei corpi che potevano esercitare, entro certi limiti, azioni venefiche; e gli studi relativi, per opera del NAEGELI stesso e di altri, presero in pochi anni sviluppo e forma considerevoli.

Le questioni si imperniavano allora sopratutto sui composti di rame, in quanto questi, usati nella lotta antiperonosporica della vite, davano agevolmente modo a notare singolari fatti di rigoglio vegetativo con una più prolungata persistenza delle foglie nel tardo autunno, colorazione di esse più intensa, ecc.

E al riguardo si ebbero interessanti lavori di cui, per gli opportuni riferimenti, se ne citano qui alcuni tra i primi o i più interessanti, in proposito comparsi (2-11).

Di poi, dai sali cuprici, si passò a numerosi altri composti, semplici o complessi, di natura organica od inorganica, derivandone una voluminosa bibliografia che, almeno dal punto di vista pratico, non è possibile di riportare completamente. Basterà solo darne cenno e ricordare che fu sperimentato con sali di tellurio (12), di cromo (13), di uranio (14), di boro (15-16), di magnesio (17), zinco, alluminio, nichelio, cobalto, isolati e comparativamente (18-25). Si rilevano a questo proposito i la-

vori di Stoklasa (26-29), poichè egli è uno dei pochi sperimentatori che analizzano il problema dal punto di vista microrganico, mentre altri ne trattano solo per incidenza o affatto.

Infatti, per quanto ci consta, l'elemento che più sia stato cimentato, praticamente, di fronte alle azioni dei microrganismi del suolo è l'arsenico (30-42); mentre fra tutti i vari elementi e composti provati, quelli che dettero i risultati più attendibili e che si dimostrarono di più facile applicabilità, furono lo zolfo e il manganese.

Il primo, più del secondo, è entrato nella pratica agricola; ma, per l'incertezza che ancora domina sul meccanismo della sua azione, ancorchè abbastanza indagata (43-69); per il fatto che in alcune condizioni di suolo tale azione, qualsiasi essa sia, si riflette, ai fini immediati, positiva; e per il fatto, aggiungasi, che la somministrazione di esso viene effettuata in dosi da non ritenersi minimali, non sappiamo se a rigore debba catalogarsi tra le « sostanze concimanti oligodinamiche » o non piuttosto tra quelle « poco usate nella comune pratica ».

Alla categoria dei veri stimolanti, invece, si vuol porre il manganese ritenuto quale biogeno da M. Bertrand.

Le indagini che si sono andate accumulando dopo i primi lavori del Bertrand intorno ai sali di questo elemento sono innumerevoli * (70-90); ma per esso, anche, sebbene siano state promosse — invero con esito poco lusinghiero — speculazioni commerciali, non si è potuto giungere ad opinioni di sicuro, attendibile, valore; si che lo stesso Bertrand, in una sua conferenza letta nel 1914 all'assemblea dei chimici di zuccherificio di Francia, concludeva affermando che il manganese asportato dalle colture può essere reintegrato a sufficienza nel suolo — quando ne rimanga privo (e ciò è ben difficile a verificarsi!) — dalle quantità sempre presenti nei comuni concimi e nello stesso letame di stalla.

Con tanta disparità di risultanze e di giudizi è facile comprendere come sia ancora prematuro impostare la questione delle concimazioni oligodinamiche su basi pratiche, e debba perciò convenirsi con Menozzi, Munerati ed altri che, *allo stato delle attuali nostre conoscenze, alcuna sostanza possa esercitare un'azione oligodinamica sulle piante coltivate nel senso di aumentare considerevolmente il prodotto.*

Non è da meravigliare, adunque, se gli studi sull'oligodinamismo poco o punto si discostino dalla pura speculazione scientifica.

Tuttavia vi si ritorna ora, con una qualche insistenza, meravigliando anche come possa venire proposto l'uso di sostanze la cui in-

fluenza non risulterebbe troppo in accordo con quanto oggi è noto sui processi della nutrizione.

Di solito tali proposte vengono motivate dal fatto che determinati elementi trovansi nel suolo agrario e che, molti di essi, costantemente si rinvengono nelle ceneri vegetali. Ma quale degli elementi conosciuti, è da chiedersi, non è presente nelle rocce o nel terreno che da esse deriva?

Di più, di fronte ai risultati molte volte negativi, per particolari reazioni antagonistiche tra gli ioni degli elementi, si è voluto stabilire l'esistenza di determinati rapporti tra i diversi stessi elementi.

In questo senso si sono svolti i lavori della Scuola Giapponese del Loew; ed il primo rapporto studiato fu quello tra gli ioni Ca e Mg (80-86). Questo rapporto, chiamato dal Loew « lime factor », regola l'assorbimento da parte delle radici dell'uno o dell'altro elemento e, siccome può variare, si rende più o meno favorevole allo sviluppo delle piante, le cui esigenze del resto nei riguardi di questo rapporto, sono diverse per le diverse specie (87-92).

Analogamente fu ammesso e indagato il rapporto $\frac{Fe}{Mn}$, $\frac{Si}{Al}$, $\frac{Cl}{J}$, ecc., ma i risultati cui le esperienze hanno portato non sono, anche in questi casi, interessanti.

II.

La questione delle concimazioni jodiche.

Indagando il valore fertilizzante del nitrato del Chile comparativamente ai nitrati sintetici, lo Stoklasa, nel constatare per esso un'azione migliore su talune culture, ne volle attribuire la causa al suo contenuto in jodio oltrechè al suo potere radioattivo (93). In queste prime prove ed in altre successive egli calcolò un aumento di prodotto pari al 24-43%.

In seguito, del fatto che poteva apparire ai fini pratici di una notevole importanza, fu ricercata la conferma, e numerosi sono stati gli sperimentatori che hanno indagato in questo senso. Invero, quasi tutti con esito più o meno negativo ad eccezione di Schröder (94), il quale si esprime del resto con qualche riserva, di Obst (95), di Doerell (96).

Per contro stanno i lavori di Feilitzen e Egner (97), Soderbaum (98), Fellemberg (99), Biederbeck (100), Wrangell (101), ecc.

Ungerer (102), per es., che sperimentò con joduro potassico, constatò su barbabietola da zucchero (giacchè è su questa pianta che ri-

chiama l'attenzione lo Stoklasa) diminuzione di prodotto: forse stando al Loew (103), per somministrazioni di quantità eccessive.

Dafert e Brichta (104) condussero le loro esperienze, oltrechè sulla barbabietola, sull'orzo e sulla senape; e qui se ne riferisce giacchè appaiono di un qualche interesse.

Sperimentarono coltivando senza alcuna somministrazione di nitrato, con somministrazione di nitrato del Chile e nitrato di sodio da soli e con varie quantità di jodio, e con aggiunte di « Leunesalpeter ».

Durante il corso della vegetazione non apprezzarono differenze degne di rilievo, e le piccole diversità di sviluppo furono attribuite a fatti indipendenti dalle azioni dei concimi aggiunti.

Comunque, la misura delle piante prima che fossero raccolte era:

Orzo

	altezza del culmo cm:	diametro mm:
senza azoto	48	3
nitrato del Chile	62	5
» + 0,2 % I	59	5
nitrato di sodio	58	5
» + 0,05 % I	61	4 1/2
» + 0,1 »	60	5 1/2
» + 0,2 »	60	4 1/2
» + 0,4 »	62	5
« Leunesalpeter »	56	5 1/2

Senape

	altezza cm.	diametro mm.
senza azoto	65	3 1/2
nitrato del Chile	120	6
» + 0.05 % I	160	5 1/2
» + 0.1 »	118	6
» + 0.2 »	121	6
» + 0.4 »	114	5
nitrato di sodio	123	5 1/2
» + 0.05 »	115	6
» + 0.1 »	128	6
» + 0.2 »	124	5
» + 0.4 »	111	5
« Leunesalpeter »	115	6

E i dati ponderali relativi alla produzione e al rendimento furono:

Orzo

CONCIMAZIONE	Quantità di I contenuto nel concime %	media prodotto			contenuto in N.		Contenuto in amido gr.
		cariossidi gr.	paglia gr.	totale gr.	cariossidi %	paglia %	
concimaz. fosfo-potassica	—	13.68	13.39	27,04	1.13	0.59	8.847
» + nitrato del Chile	0.037	25.38	33.07	58.45	1.50	0.95	13.670
» + »	0.05	23.76	30.16	53.92	1.57	0.97	12.750
» + »	0.1	24.90	31.07	55.97	1.49	0.98	13.523
» + »	0.2	25.89	33 14	59.03	1.49	0.95	14.157
» + »	0,4	25.16	31.56	56.71	1.53	0.96	13.584
» + nitrato di sodio	—	26.25	32.46	58.71	1.52	1.01	13.999
» + »	0.05	26.54	34.23	60.17	1.52	0.97	14.072
» + »	0.1	26.01	33 33	59.73	1.51	0.93	13.840
» + »	0.2	26.28	33.67	59.94	1.54	0.96	14.020
» + »	0.4	25.93	33.98	59.91	1.51	0.96	13.857
» + « Leunesalpeter »	—	26.26	35.48	61.54	1.53	0.97	13 905

Senape nera

CONCIMAZIONE	Quantità di I contenuto nel concime %	media prodotto			contenuto in N.		Contenuto in amido gr.
		cariossidi gr.	paglia gr.	totale gr.	cariossidi %	paglia gr.	
concimaz. fosfo-potassica	—	3.22	12.78	16.—	3.59	0.43	0.036
» + nitrato del Chile	0.037	6.29	34.95	41.24	3.33	0.53	0.064
» + »	0.05	6.70	34.54	41.24	4.24	0.56	0.069
» + »	0.1	7.08	35.47	42.55	4.17	0.56	0.071
» + »	0.2	6.23	35.82	42.05	4.24	0.50	0.065
» + »	0.4	6.23	34.30	40.53	4.23	0.49	0.063
» + nitrato di sodio	—	6.71	34.58	41.29	4.14	0.52	0.070
» + »	0.05	6 71	35.27	41.98	4.18	0.52	0.069
» + »	0.1	6.69	34.54	41.23	4.27	0.53	0.069
» + »	0.2	6.57	35.03	41.60	4.08	0.53	0.067
» + »	0.4	6.38	35.23	41.61	4.12	0.53	0 066
» + « Leunesalpeter »	—	6.73	36.03	42.76	4.28	0.56	0.069

Bietole da foraggio

		prodotto medio			Quantità di zucchero
		radici Kg.	foglie e infiorescenze Kg.	Totale Kg.	
concimaz. fosfo potassica	—	98.6	19.8	118.4	6 71
» + nitrato del Chile	0.037	120.4	22.5	142.9	7.38
» + »	0.10	116.7	22.5	139.2	7.17
» + »	0.40	120.1	23.3	143.4	7.37
» + nitrato di sodio	—	122.6	22.5	145.1	7.53
» + « Leunesalpeter »	—	117.8	21.6	139.4	7.17

Dall'analisi di questi dati non possono trarsi deduzioni lusinghiere, e gli stessi A. A. non hanno creduto opportuno sopravalutare le differenze trovate, essendo esse comprese tra i limiti delle normali oscillazioni.

Il lavoro di DAFERT e BRICHTA promosse una lunga replica di STOKLASA (105) il quale, riprendendo l'ipotesi emessa da FELLEMBERG (106) che i terreni decompongono i composti alcalini di jodio mercè la loro intensa attività biologica e che quindi lo jodio sfugge all'assorbimento radicale, obbietta che DAFERT e BRICHTA non hanno provato prima in questo senso il terreno affatto sensibile all'aggiunta di jodio. Del resto, continua lo STOKLASA, le sue affermazioni erano dedotte da esperienze condotte non solo su vasi ma anche in campo: esperienze, le une e le altre, che qui riportiamo.

Sperimentando in serra con barbabietola da zucchero egli ottenne :

		senza jodio	*con jodio*
foglie	gr.	2066	2243
radici	»	1390	1989
contenuto in zucchero	»	17,1	17,3
con un relativo contenuto in jodio per Kg. 1 di sostanza secca :			
foglie	γ	320	900
radici	»	150	600

Sperimentando in campo, dopo avere istituito una serie di parcelle e in tutte somministrato :

Kg. 60 di azoto sotto forma di nitrato del Chile,
» 50 » fosforo » » » perfosfato,
» 80 » cloruro potassico,

ne destinò cinque come controllo (il loro contenuto in jodio era pari a γ 272 per Kg. di sostanza secca); in cinque aggiunse Kg. 1,72 ad Ha. di jodio sotto forma di joduro potassico. Ottenne :

		senza jodio	*con jodio*
foglie	gr.	374	405
radici	»	333	413
contenuto in zucchero	»	16,6	16,4

con un relativo contenuto in jodio per Kg. 1 di sostanza secca :

foglie	γ	280	γ 1080
radici	»	188	» 423

A conforto di questi buoni risultati lo Stoklasa denuncia ricerche di Bares, il quale trovò, in terreni a non molto elevata attività biochimica, aumento di prodotto pari ai 23-45 % per aggiunta di jodio (107). E così Werba (108) e, in Francia, Lafon (109).

Di poi Wrangell (110), pur sperimentando nelle medesime condizioni di Stoklasa, non potè confermare i risultati; mentre sfavorevolmente conclude in una rivista critica Klein (111) e, sperimentalmente Hiltner, sebbene le sue ricerche fossero dirette ad altro scopo (112).

Il succedersi di queste discussioni ha lasciato la sperimentazione italiana pressochè indifferente, ed a nostra conoscenza non vi ha che un lavoro della Stazione di Bieticoltura di Rovigo (113) e tre note del Dr. Amadori (114-116) concludenti tutte sfavorevolmente.

Di fronte a risultati in prevalenza negativi è da meravigliare che lo Stoklasa insista nelle sue affermazioni; anzi, in qualcuna delle sue Comunicazioni, si legge che lo jodio agisce sulla barbabietola da zuc-

chero anche in quantità minimali (117), e che può essere assorbito da molte delle sue combinazioni essendo elemento di grandissima importanza per il metabolismo vitale (118-120).

Peraltro queste asserzioni non sono condivise da KLEIN (121) o, per lo meno, questi asserisce, che si possono avere nelle piante gradi diversi di sensibilità nei riguardi dello jodio, ma azioni analoghe sono esercitate pure dagli altri alogeni, particolarmente dal cloro su alcune piante marine, sotto forma di cloruro sodico (122).

Del resto non è detto che esse si sviluppino bene anche in assenza di tali elementi (123-124) e, se pur si debba ritenere lo jodio quale elemento indispensabile per le piante alofite, non vuol dire che un'aggiunta o una diminuzione di esso provochi una qualche influenza sulla resa del prodotto.

E istruttivo comparare — aggiunge KLEIN — le quantità di jodio impiegate dai diversi sperimentatori con quelle contenute normalmente in alcune terre.

Le dosi impiegate da STOKLASA sarebbero pari a 1750 γ (γ = 0,001 mmg.) per le colture in vaso e γ 438 per le colture in piena terra; FELLEMBERG adoprò γ 510; WRANGELL γ 500-2000.

Quali sono, ora, le quantità di jodio normalmente contenute nei terreni e nelle piante?

Per le prime, ricerche di BLEYER (125) denunciano i seguenti dati:

1. Terreno sabbioso	γ	per	Kg.	tracce
2. Sabbie del Lehm	»	»	»	900
2. » » »	»	»	»	4150
4. » » »	»	»	»	1050
5. Terre sabbiose e umose	»	»	»	160
6. » » »	»	»	»	2570
7. Umo e Lehm	»	»	»	2750
8. » »	»	»	»	2030
9. Sabbia e Lehm	»	»	»	2100
10. Paludi	»	»	»	7800

Ed inoltre STOKLASA (126), per quattro campioni di terreno, di cui il terzo proveniente da rocce fenolitiche e basaltiche e l'ultimo da terre paludose, da:

1.	γ	per	Kg.	110-260
2.	»	»	»	330-420
3.	»	»	»	650-720
4.	»	»	»	1200-1500

Per terreni italiani γ 7433 e 23480 (Vesuvio) e γ 18200-18270 (Rimini e Trieste (127-128).

In Francia, LAFON trovò γ 400-500 (129); FELLEMBERG, per altri terreni, valori compresi tra γ 450 e 15400 (130); SHORE e ANDREW, da analisi eseguite su 330 campioni provenienti da sette regioni differenti della nuova Zelanda, trovarono valori oscillanti tra γ 800 e 210000 (131): cifre non poco variabili, dipendendo il contenuto in jodio del terreno da molteplici fattori tra cui, sembra, quello relativo alla sua costituzione meccanica (132) oltre che al contenuto in umo, calce, ecc. (133).

Jodio contengono pure le acque, sia potabili che marine e soprattutto minerali.

La quantità di jodio contenuta nell'acqua di mare sembra sia, secondo Reith, uguale a 43 γ per litro. Quella potabile di γ 0,01-10, eccetto le acque di pozzo che ne conterrebbero circa γ 20. Molto più ricche ne sono le acque minerali potendo contenerne sin γ 424000 per litro come alcune sorgenti della Svizzera.

Nei riguardi del contenuto in jodio nelle piante, esso è piccolissimo. Basta avvertire come su bietole coltivate in due parcelle a diverso contenuto in jodio non si sieno avute differenze degne di considerazione; ed in ogni caso le quantità di jodio presenti — sia nelle radici che nelle foglie — sono risultate di scarso valore, aggirandosi in media a γ 12,3 per Kg. nelle radici e γ 41,9 nelle foglie.

Da tutto questo si potrebbe allora stabilire:

— che lo jodio è contenuto nel terreno in quantità considerevoli, almeno rispetto a quelle quantità minimali richieste perchè si esplichi la sua azione oligodinamica;

— che lo jodio è contenuto nei vegetali coltivati in proporzioni assai ridotte e che le quantità quindi da essi asportate non superano quelle contenute nel terreno.

E poi questo relativo contenuto in jodio nel terreno — ancorchè indispensabile — non vi si trovasse, si hanno dati sufficienti per ritenere che esso vi sia portato con le comuni concimazioni (134).

* * *

Ma la concimazione jodica potrebbe valere se non a fini economici, a fini terapeutici, nelle cure del gozzo e del cretinismo, arricchendosi il contenuto in jodio nelle piante concimate. Tale arricchimento avverrebbe

sopratutto sotto l'epidermide superiore delle foglie e più specialmente in corrispondenza del tessuto a palizzata (135).

Per ampie illustrazioni al riguardo sono da consultarsi i lavori di K. Scharrer (136), O. Eckstein (137), St. Weiser e Zaitschek (138).

Qui basterà solo dar cenno di tale questione.

Molti Autori (139-143), invero, dimostrano che lo jodio combinato nelle piante non viene trattenuto dall'organismo animale e che almeno in parte è eliminato. Così opina anche Fellemberg (144-146) che aveva in un primo tempo affermato il contrario (147).

Non v'è che Wrangell (148) il quale sostenga i favorevoli effetti dello jodio ingerito con prodotti vegetali. Aggiungansi alcune osservazioni di Loew che non avrebbe mai trovato affetto da cretinismo o da gozzo chi, in Giappone, fa uso di particolari alghe come verdura.

Hiltner (149), in questi ultimi tempi, ha voluto provare ciò sperimentalmente, e i risultati cui perviene sono tali da dover ammettere un arricchimento in jodio nelle parti vegetative delle piante per somministrazione diretta sia al terreno, sia, del suo sale potassico in soluzione, alla parte aerea. Non è però stabilito che lo jodio ingerito con gli alimenti possa entrare in circolo.

Comunque tale ordine di fatti investe altri campi e non ha che interesse riflesso sulle altre questioni di cui qui vien trattato **.

Per esse, noi dobbiamo concludere sulla scorta di quanto da altri fu indagato e commentato, che le concimazioni jodiche non hanno a tutt'oggi alcun fondamento pratico e che è imprudente il doverle consigliare.

Mentre, dopo tanti anni di sperimentazione, siano giunti, appena e non completamente, a chiarire i fenomeni relativi alle concimazioni ordinarie; e la tecnica di queste, ancora lascia aperto il campo alla discussione e alla critica, non si vede come si debba precipitare in innovazioni che potrebbero nuocere nelle applicazioni.

D'altra parte e infine, è da avvisare come si debba esser prudenti nella generalizzazione di fatti ed osservazioni, dedotti o raccolte spesso sotto circostanze singolari. Particolarmente, per le prove colturali non si vede quale valore probativo possano avere se esse non sieno ripetute nel tempo e nello spazio, similarmente e alternativamente. C'è da ritenere che molti dei dati cui la letteratura è ricca, altro non sieno che conseguenza di particolari condizioni di esperienza; condizioni pertanto che possono sfuggire, oltrechè sovrapporsi e interferire, con quelle artificiali dell'esperimento, ma che comunque possano svisare il risultato finale dell'esperienza medesima.

PARTE SPERIMENTALE

Prove di nutrizione sui Batteri del terreno.

Nell' iniziare questo studio, di una cosa anzitutto volemmo renderci conto: e, cioè, del differente sviluppo delle forme in mezzi contenenti jodio o joduro potassico.

Al riguardo allestimmo il seguente liquido colturale che distribuimmo in Erlenmeyer da cc. 500 nel volume di cc. 200 ciascuna.

Acqua	1000
tartrato ammonico	2
glucosio	5
fosfato bipotassico	0,5
cloruro sodico, solfato sodico, cloruro di calcio	tracce

Alcune furono lasciate di controllo, in altre fu aggiunto jodio e joduro di potassio in varie proporzioni comprese tra lo 0,01-1 gr. per litro. Lo joduro di potassio si aggiunse fino a gr. 5 °/₀₀.

Inoculata la soluzione con cc. 1 dello stemperamento acquoso di 500 gr. di terra in 500 di acqua, si coltivò a 28° C.

Un esame iniziale dei microrganismi presenti — eseguito allestendo piastre all'agar-torba Perotti — ci permise di accertare che in tutte, più o meno, erano contenute le stesse specie di germi ed in numero pressochè uguale:

		microrganismi per cc.:	n. delle differenti specie:
Controllo		4.200000	4
I °/₀₀	0,01	3.890000	4
	0,05	4.100000	3
	0,1	4.300000	4
	0,5	4.210000	2
	1,-	3.905000	3
KI °/₀₀	0,01	2.975000	4
	0,05	3.400000	3
	0,1	4.000000	4
	0,5	3.800000	4
	1,-	3.910000	4

In seguito lo sviluppo fu così intenso che un controllo numerico si sarebbe reso impossibile. Per cui facemmo uso dell'osservazione macroscopica cifrando lo sviluppo con i numeri 1, 2, 3, 4, 5, a seconda che esso fosse stato iniziale, mediocre, più che mediocre, abbondante, molto abbondante (170).

Tali reperti colturali sono qui consegnati:

COLTURE		Età delle colture-giorni: 1	2	4	7	10	15	20	25	30	40	*Osservazioni*
Controllo		–	0.5·	0.5	1.–	1.5	2.–	2.5	3.–	2.5	2.5	· sviluppo di gas * sviluppo di funghi. ·· colorazione blenastra del substrato.
I °/oo	0.01	–	iniz.	1.–*	1.–*	2.–	3.–	3.5	4.–	4.–	4.–	
	0.05	–	»	1.5·	2.5	2.5	3.5	3.–	3.–	3.–	3.–	
	0.1	–	»	0.5·	1.–	1.5	2.–	3.–	3.5	4.–	5.–	
	0.5	–	–	–	–	–	iniz.	1.–	2.–	3.–	3.–	
	1.–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
KI °/oo	0.01	–	0.5·	0.5·	1.–	2.5	3.5··	3.5	3.5	3.5	3.5	Sviluppo caratterizzato da intorbidamento, deposito al fondo e quasi ovunque, coperta in superficie.
	0.05	–	1.–·	1.–·	1.5	2.–	3.–··	3.–	3.–	3.–	3.–	
	0.1	–	0.5·	0.5·	1.–	2.–	2.5··	3.–	3.5	4.–	4.5	
	0.5	–	0.5·	1.–·	1.–	1.5	2.–	3.–	2.–	2.–	2.–	
	1.–	–	0.5	1.5·	1.5	2.–	2.–	2.5	3.–	3.5	4.–	
	5.–	–	iniz.	0.5	0.5	1.–	1.5	3.–	4.–	4.5	5.–	

Questi dati possono di per sè fornirci indizio del come il processo e la intensità dello sviluppo si sono svolti. Comunque abbiamo cercato di avvalorarli con dati ponderali, determinando l'azoto totale contenuto nelle diverse Erlenmeyer, in confronto di quello iniziale, calcolando il guadagno in azoto da attribuirsi ad oligonitrofili.

I risultati avuti furono (essendo l'N. iniziale gr. 0,06 per ciascuna coltura):

		N. totale, finale, gr.	guadagno in azoto gr.
Controllo		0,104	0,044
I °/oo	0,01	0,114	0,108
	0,05	0,100	0,040
	0,10	0,128	0,068
	0,50	0,121	0,061
	1,–	0,060	—
KI °/oo	0,01	0,105	0,045
	0,05	0,068	0,003
	0,10	0,128	0,068
	0,50	0,084	0,024
	1,–	0,118	0,058
	5,–	0,137	0,077

Gli uni confermano in massima gli altri e ci permettono di osservare come — sebbene uniformità completa di sviluppo non si sia potuta realizzare — sia lo jodio che lo joduro potassico abbiano esercitato un'azione favorevole nei riguardi della nutrizione batterica.

L'azione dello iodio è stata intensa per le dosi 0,1-0,5 °/oo. Al di là di tali cifre lo jodio sembra agire negativamente fino a determinare assenza di qualsiasi sviluppo microrganico.

Analogo è il comportamento dello joduro potassico: ma i limiti di tollerabilità per esso risultano molto più ampi, in quantochè lo sviluppo massimo si è verificato nelle colture contenenti detto sale nelle proporzioni del 5 °/oo.

Questa prima esperienza permette di affermare che se i fenomeni relativi alla nutrizione dei vegetali superiori non debbonsi disgiungere da quelli della vita microrganica del loro substrato, ciò potrebbe dar ragione ai buoni effetti colturali dà qualche Autore segnalati. In questo caso l'effetto delle concimazioni jodiche sarebbe legato ad azioni indirette. Rigoglio di vegetazione o aumento di prodotto non sarebbero dovuti allo jodio direttamente agente nel metabolismo dei vegetali, ma alle condizioni di nutrizione più favorevoli poste in essere da una migliore utilizzazione microrganica degli elementi biogeni. Il concetto rientra in quello più generale e comprensivo della teoria microrganica della concimazione (171).

Prove di nutrizione sui Funghi.

Queste prove furono eseguite sopra alcuni funghi di collezione, coltivando i diversi stipiti in liquido di Raulin solo o con aggiunte di jodio o joduro di potassio nelle proporzioni comprese tra 0,01 e 5 °/oo.

Le specie seminate furono: *Penicillium crustaceum*, *Macrosporium commune*, *Rhyzopus nigricans*, *Fusarium Martii*, *Cladosporium herbarum* e *Actinomyces sp.* che coltivammo per 15 giorni a 28° C.

Fu seguito lo sviluppo giornalmente e quindi procedemmo alla pesata dei feltri fungini al termine del 15° giorno, seccandoli a 110° C. fino a costanza di peso.

I risultati ottenuti furono i seguenti: (*)

(*) Questi dati sono la media di due prove eseguite contemporaneamente.

		Controllo	Quantità di jodio e joduro potassico aggiunte: gr. ‰										
			K J 0.01	K J 0.05	K J 0.1	K J 0.5	K J 1	K J 5	J 0.01	J 0.05	J 0.1	J 0.5	J 1.	J. 5
Penicillium	Peso del corpo fungino gr.	1.140	1.550	1.870	1.700	1.500	1.480	0.900	1.570	1.700	1.350	0.100	—	—
	riferito a 100:	100	136	163	149	131	130	79	137.5	149	118	8.5	—	—
Macrosporium	Peso del corpo fungino gr.	1.780	1.600	1.300	1.420	0.700	0.850	0.650	0.900	0.400	0.320	—	—	—
	riferito a 100:	100	89,5	73	79.5	39	47	36	50.5	29	28	—	—	—
Rhyzopus	Peso del corpo fungino gr.	1.650	1.400	1.100	1.900	0.700	0.200	0.300	2.600	1.950	0.300	—	—	—
	riferito a 100	100	85	66	115	42	12	18	151.5	118	18	—	—	—
Fusarium	Peso del corpo fungino gr.	0.727	1.177	0.940	1.081	1.079	0.978	iniz.*	1.049	1.261	0.945		—	—
	riferito a 100	100	162	129	149	148	134	—	144	173	130	—	—	—
Cladosporium	Peso del corpo fungino gr.	0.628	?	0.572	0.720	0.764	0.623	0.200	0.698	0.505	0.442	0.760	—	—
	riferito a 100:	100	?	91	114	121	99	32	111	80	70	105	—	—
Actinomyces	Peso del corpo fungino gr.	1.210	1.232	0.938	1.048	0.966	0.954	0.556	0.978	1.007	0.010	—	—	—
	riferito a 100:	100	101.5	77.5	86.6	79.8	79	46	80.8	83	1	—	—	—

Essi anzitutto indicano che non tutte le specie sperimentate sono ugualmente sensibili alla presenza di maggiori o minori quantità di sostanze aggiunte. Anzi, mentre taluno per certe proporzioni se ne avvantaggiano, altre anche in dosi minime ne risentono danno.

In quanto al *Penicillium crustaceum*, ad es., è evidente — entro certi limiti — una favorevole azione, particolarmente dello joduro potassico, la cui tollerabilità è spinta fino al 5 ‰.

Nettamente sfavorevole è risultata invece l'azione dello jodio e del suo sale alcalino sul *Macrosporium commune*.

Il *Rhyzopus nigricans* si è avvantaggiato dall'aggiunta di joduro potassico.

Il *Fusarium Martii* ha tratto vantaggio sia dall'uno che dall'altro corpo.

Il *Cladosporium herbarum* si è comportato analogamente, ma i limiti di tollerabilità sono risultati molto più bassi.

Sull'*Actinomyces sp.* infine, lo jodio e lo joduro hanno agito sfavorevolmente.

(*) Al 15° giorno *F. Martii* dava appena traccia di sviluppo. Volemmo lasciarlo comunque in termostato per altri 30 giorni. Al termine dei quali la membrana feltrosa risultò essere (previa essicazione a 110° C.) uguale a gr. 1,311. Ciò significa che lo sviluppo non fu inibito, ma solo ritardato.

Generalmente, in conclusione, lo sviluppo — nei riguardi dello joduro di potassio — non è inibito altro che da dosi superiori al 5 ‰.

In quanto allo jodio, l'attività formativa delle specie fungine viene a mancare qualora le concentrazioni superino lo 0,1-0,5 ‰.

Prove di nutrizione con Alghe.

Per queste esperienze fu prescelta la comune *Spyrogira* delle acque dolci che coltivammo nella soluzione di Knop distribuita in grandi vaschette di vetro tenute in serra. Alcune di queste furono lasciate di controllo, mentre in altre fu aggiunto o jodio o joduro di potassio nelle proporzioni comprese tra gr. 0,001-1 ‰ per il primo, gr. 0,001-5 ‰ per il secondo.

Oltre a constatare l'influenza che questi composti avrebbero eventualmente esercitato sul chemismo dell'alga, prevedemmo che i fatti messi in rilievo avrebbero anche valso ad illuminare o a confermare alcune conoscenze relative all'azione di determinati veleni sul plasma.

I filamenti di alga, sia nelle soluzioni di controllo che nelle altre, subirono un continuo controllo: e con una certa frequenza vennero eseguite osservazioni microscopiche, riportandosi periodicamente a volume originario il liquido.

Dopo 48h dall'immersione si notarono ben presto, macroscopicamente, evidenti disturbi fisiologici dei filamenti dell'alga nelle soluzioni contenenti J all' 1 ‰ e allo 0,5 ‰; maggiori nel primo caso anzichè nel secondo: comunque, nell'uno o nell'altro, accennava ad apparire o ad intensificarsi una colorazione bruna dell'alga. Al microscopio, questa si constatò essere dovuta all'amido dei cloroplasti per azione dello jodio. Fenomeni plasmolitici non furono notati ma, ciò che rilevammo in alcune cellule, fu una più marcata evidenza della membrana. Peraltro questo non avvenne — nei limiti delle 48 h — nelle alghe immerse nelle altre soluzioni a minor contenuto di jodio e di joduro.

Conseguentemente, per provare la vitalità residua o meno dei filamenti in esame essi furono trasportati, in parte, dal mezzo in esperimento, in ambiente privo di dette sostanze. Trascorse 24 h essi divennero totalmente scoloriti; ed oltre alla distruzione della clorofilla si accertarono fenomeni plasmolitici ed anche di disorganizzazione, con risoluzione del plasma in ammassi granulosi. Evidentemente lo jodio (0,5-1 ‰) aveva ucciso le cellule.

Al terzo giorno le alghe nei liquidi con jodio o joduro nelle stesse

proporzioni dello 0,5-1 ‰ erano divenute totalmente bruno-azzurre. Quelle contenute in colture con minori quantità di jodio e di joduro potassico (non però nelle dosi minime) se non potevano dirsi danneggiate non potevano neppur ritenersi normali in confronto del controllo, la cui vegetazione si equivaleva ad un dipresso a quella delle alghe sottoposte all'azione delle dosi minime dei due corpi aggiunti.

All'ottavo giorno la colorazione bruna cominciava ad essere assunta anche dai filamenti immersi nei liquidi contenenti jodio allo 0,1 ‰. L'esame microscopico rivelò i caratteri descritti sopra: ma ad essi si aggiunga — questo anche per la soluzione contenente il 5 ‰ di joduro di potassio — l'inizio di fenomeni plasmolitici e di disorganizzazione della banda clorofilliana.

Al quindicesimo giorno le alghe di controllo e quelle immerse in soluzioni contenenti jodio al 0,001-0,005 ‰ e joduro potassico allo 0,001-0,005-0,01-0,05 ‰ apparivano normali. Le altre andavano sbiancandosi (joduro) o imbrunendosi (jodio).

Quelle con I al 0,5-1 ‰, sebbene bruno-azzurre e che vedemmo morire se trasportate dopo 48 h in ambiente normale, non potevano ritenersi ancora morte; trasportate però in mezzo non contenente detto elemento perirono senz'altro. Probabilmente il permanere di una vitalità, per quanto ridotta, in ambiente contenente jodio si deve attribuire ad un qualche stimolo da esso esercitato.

Al trentesimo giorno le alghe immerse in joduro al 0,01-0,005-0,01-0,05 ‰ mostravano una vegetazione diffusa, progrediente e migliore del controllo: oltre queste dosi, i filamenti avevano perduto il pigmento ed erano morti. Nelle soluzioni con jodio allo 0,001-0,005-0,01 la vegetazione si mostrava ostacolata mentre per dosi superiori sopravveniva, come di solito, la distruzione della clorofilla o, dove si era determinata, anche della colorazione bruna.

Al quarantesimo giorno i risultati apparirono ben netti. Nei riguardi dello jodio la vegetazione della *Spyrogira* nelle soluzioni contenentine 0,001-0,005-0,01 ‰ era superiore a quella del controllo: in quelle che ne contenevano 0,05-0,1 ‰ era inferiore ad essa, mentre appariva nulla in quelle con 0,5 e 1 ‰.

Nei riguardi dello joduro potassico la vegetazione era migliore di quella del controllo fino alle dosi del 0,5-1 ‰: oltre, o mancava o era deficentissima.

Poteva apparire di un qualche interesse vedere come, in confronto dello joduro di potassio, si sarebbero comportate le alghe in presenza

di corrispondenti quantità di un sale di manganese, dato che questo elemento è ritenuto come l'oligodinamico per eccellenza.

Per ciò allestimmo, con la medesima alga e con la stessa metodica delle esperienze precedenti, bacinelle colturali aggiungendo in talune joduro di potassio, in altre solfato di manganese (0,1-0,5-1-5 ‰) lasciandone altre di controllo.

Con il progresso delle colture fu agevole di osservare che il manganese, in effetti, aveva prodotto una intensificazione nei fenomeni assimilatori: la respirazione fu più attiva, mentre la banda clorofilliana era più marcata e più ricca di cloroplasti: ciò per qualsiasi concentrazione.

All'opposto, per lo joduro potassico, mentre si ebbe conferma dei fatti quali sopra si sono denunciati, constatammo di fronte all'azione del manganese la sua inferiorità.

Ed allora ciò che si può concludere per queste esperienze è quanto segue:

I. Ove, in soluzioni nutritive o qualsiasi mezzo di coltura, sia presente jodio, il plasma cellulare da esso non trae diretto alimento in quanto soluzioni o mezzi di coltura che ne sono privi permettono un uguale e normale vegetazione. Quindi è confermato che tale elemento non è ne plastico, nè energetico.

II. L'intensità dei fenomeni relativi al metabolismo delle cellule può risentire un qualche vantaggio della presenza dello jodio se esso trovasi in piccolissime quantità. L'acceleramento dei processi vitali che si verifica talvolta può farlo considerare — in questo senso — elemento oligodinamico.

III. Tale sua azione oligodinamica non apparisce come e quanto possa essere superiore a quella esercitata da altri elementi ritenuti non indispensabili alla nutrizione e, nel caso indagato, a quella del manganese.

IV. L'aumento delle dosi di jodio presenti nelle colture, oltre un limite che risulta molto basso, determina nel plasma cellulare fenomeni letali; e la morte si manifesta con fenomeni plasmolitici, paralisi dei cloroplasti, distruzione della clorofilla, il che deve essere attribuito ad una vera azione venefica dello jodio e non ad una aventuale ipertonicinità del mezzo, poichè non possono mai essere raggiunte concentrazioni apprezzabili. Ciò ha analogia con quanto si determina nella cellula vegetale per azione di altre sostanze (172).

V. Il sale alcalino dello jodio può esercitare funzioni di alimento per la presenza del catione ed azioni stimolanti per l'anione che conseguentemente se ne libera.

VI. Di fronte alle influenze dannose di detto sale la cellula vege-

tale si dimostra capace di maggiore resistenza che non di fronte all'azione dello jodio. Tuttavia, raggiunta una certa concentrazione ed anche relativamente bassa, le conseguenze che se ne ottengono, sono della stessa natura e portata.

Influenza sulle attività biochimiche del suolo.

Ammonizzazione. — Questa, come gli altri processi microbiochimici del suolo, fu determinata aggiungendo le sostanze in esperimento ai liquidi di coltura normali usati per tali ricerche.

Le prove furono allestite in quadruplo e, sia lo jodio che lo joduro di potassio, furono aggiunti nelle proporzioni del 0,01-0,05-0,1-0,25-0,5-1‰.

L'ammoniaca prodottasi in soluzione di peptone Witte all'1,5% (173), dopo quattro giorni di coltura (28° C.), fu rispettivamente la seguente:

	NH_3 per litro			
	Iodio		Ioduro di K.	
Controllo	1.7000 1.7500 1.6500 1.7000	*1.7000*	1.4280 1.4620 1.4110 1.4450	*1.4365*
0.01 ‰	1.6500 1.6800 1.6200 1.6500	*1.6500*	1.6480 1.6230 1.6400 1.6530	*1.6412*
0.05 ‰	1.6400 1.6700 1.6350 1.6650	*1.6500*	1.7000 1.6900 1.7100 1.7000	*1.7000*
0.1 ‰	1.7000 1.6800 1.7200 1.7000	*1.7000*	1.3600 1.3750 1.3530 1.3600	*1.3620*
0.25 ‰	1.9800 1.9500 1.9750 1.9900	*1.9737*	1.7000 1.6000 1.6040 1.6000	*1.6260*
0.5 ‰	1.8750 1.8500 1.8500 1.8800	*1.8650*	1.7300 1.7000 1.7280 1.7150	*1.7182*
0.1 ‰	1.7800 1.8500 1.8200 1.8000	*1.8120*	1.6490 1.6400 1.6500 1.6450	*1.6460*

Le quantità di jodio e joduro potassico aggiunte hanno influenzato il processo putrefattivo del suolo.

Per aggiunta di jodio si è avuto leggera depressione del processo con le minime proporzioni: aumento notevole, invece, con le concentrazioni comprese tra lo 0,25-1 ‰.

Per aggiunta del suo sale alcalino si è avuto, per contro, quasi sempre aumento sensibile.

I microbi ammonizzanti, sembra dunque che traggano dalle dette aggiunte stimolo e vantaggio.

NITRIFICAZIONE. — L'andamento dell'attività nitrificante è stato più omogeneo e più regolare. Si ottennero – dalla media di tre determinazioni — i valori di cui appresso:

	HNO_3 mmg. per litro	
	Jodio	Joduro di K
Controllo:	0,2500	0,2500
0,01 ‰	0,7500	maggiore di I
0,05 »	0,1500	» « »
0,1 »	0,0600	0,8000
5— »	0,0300	0,4000
1— »	0,0005	0,2000
5— »	tracce	0,0005

Cioè, per lo jodio, si ebbe sensibile aumento per concentrazioni pari allo 0,01 ‰; non oltre, però, perchè subito di poi i valori discendono fino ad essere quasi nulli all'1 ‰, nulli al 5 ‰.

Per lo joduro potassico si ebbe aumento considerevolissimo fino allo 0,1 ‰; minore al 0,5 ‰; inferiore al controllo, al di là.

DENITRIFICAZIONE. — Il metodo, che consiste nel determinare le ore occorrenti alla completa scomparsa dei nitrati dalla soluzione di coltura (liquido di Giltay) non offre particolare garanzia, in quanto ben difficile è cogliere il momento esatto in cui non si ha più reazione dei nitrati. Cosicchè, quando lo svolgersi dei processi riduttivi ha pressochè uguale intensità o valore, o per essi non si hanno che differenze minime, i dati che possono trarsi non hanno valore decisivo e probativo.

Così è avvenuto in queste prove — in cui furono sperimentate le aggiunte di jodio e di joduro potassico nelle proporzioni di 0,001-0,005-0,01-0,05-0,1-0,5-1 ‰ — ancorchè si fossero allestite in triplo e si

fosse avuta l'avvertenza di inoculare oltre lo stemperamento acquoso di terreno, anche colture di già provata capacità riduttiva.

A distanza di pochi giorni dall'inoculazione si ebbe completa denitrificazione in alcuni dei liquidi di controllo e di quelli addizionati a joduro o jodio al 0,001-0,005 ‰. Il giorno appresso, insieme al rimanente controllo, denitrificarono le soluzioni con jodio o joduro 0,01-0,05-0,1-0,5 ‰. Infine, dopo altre 24 h quelle con jodio e joduro 1 ‰.

Evidentemente nelle soluzioni a più forti dosi dei corpi sperimentati si ebbe un qualche ritardo nella denitrificazione, ma essa si compì quasi con la stessa energia delle altre prove: controllo e piccole dosi.

Quindi non è da concludere altro che jodio e joduro non costituiscono ostacolo a tale processo, e che nelle condizioni realizzate dal metodo non può affermarsi alcuna loro azione accelerante.

Azotoassimilazione. — L'assimilazione dell'azoto fu provata coltivando nel liquido di Beyerinck colture brute di *Azotobacter* con o senza jodio o joduro di potassio aggiunti in diverse proporzioni.

L'azoto totale prodottosi, in rapporto a quello iniziale, venne determinato dopo 40 giorni di coltura:

		N. mmg. per litro		
		iniziale	finale	guadagno
controllo		0.01120	0.11144	0.10024
jodio	0.001 ‰	»	0.10180	0.09064
	0.005 »	»	0.09520	0.08400
	0.01 »	»	0.09016	0.07896
	0.05 »	»	0.08960	0.07840
	0.1 »	»	0.08650	0.07530
joduro di K	0.001 ‰	»	0.11872	0.10752
	0.005 »	»	0.12320	0.11200
	0.01 »	»	0.11760	0.10640
	0.05 »	»	0.12208	0.11088
	0.1 »	»	0.10528	0.09408

Da questi dati si deduce come lo jodio, in qualunque caso, abbia ostacolato la fissazione dell'azoto atmosferico; mentre che lo joduro di potassio l'ha, nelle più piccole proporzioni, leggermente favorita.

Processo di solubizzazione degli elementi minerali.

Per queste prove ci siamo valsi del fosfato tricalcico; e di esse, già in una Nota preliminare, ne abbiamo riferito (174).

Invero, qualche conoscenza per quanto si riferisce all'influenza che

su esso processo esercitano i sali di manganese, ferro e rame era già acquisita dagli studi di PEROTTI (175), il quale ne constatò risultato favorevole.

Con lo stesso procedimento noi abbiamo sperimentato aggiunte di jodio o joduro potassico nelle proporzioni 0,005 e 0,1 gr. $^0/_{00}$. Il substrato di coltura era costituito da fosfato tricalcico 2, saccarosio 5, tartrato ammonico 1, cloruro di sodio e solfato di potassio tracce, acqua 1000. La semina venne eseguita con gr. 0,2 di buona terra da giardino e le colture vennero mantenute a 28° C. L'anidride fosforica eventualmente disciolta veniva determinata, di cinque in cinque giorni, sotto forma di pirofosfato ammonico.

I reperti ottenuti furono i seguenti:

DETERMINAZIONE	volume del liquido analizzato; c.c.:	P_2O_5 disciolta, gr.:				
		Controllo (*)	J 0.05 $^0/_{00}$	J 0.01 $^0/_{00}$	KJ 0.05 $^0/_{00}$	KJ 0.1 $^0/_{00}$
iniziale	100	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069
dopo 5 giorni di coltura .	»	0.0370	0.0288	0.0260	0.0440	0.0476
» 10 » » » . .	»	0.0460	0.0360	0.0540	0.0516	0.0580
» 15 » » » . .	»	0.0450	0.0560	0.5540	0.0556	0.0559
» 20 » » » . .	»	0.0410	0.0553	0.0470	0.4420	0.0542
» 30 » » » . .	»	0.0300	0.0432	0.0296	0.0210	0.0256

(*) Qui e nei seguenti ci si riferisce al controllo non sterile: poichè tra le beute di controllo ne allestimmo alcune, pure con jodio e con joduro di potassio, che si mantennero sterili per aggiunta di gocce di cloroformio. Ciò per avere un controllo chimico trattandosi di sperimentare con composti assai attivi.

Le prime analisi (al 5° giorno di coltura) dettero risultati ben netti: maggiore solubilizzazione si ebbe per lo joduro di potassio al 0,1 $^0/_{00}$; minore per lo stesso sale al 0,05; e per il controllo essa fu ancora inferiore. Per quanto riguarda lo jodio essa decrebbe ancora con l'aumentare delle sue dosi.

Al 10° giorno la solubilizzazione si intensificò in tutte le colture: in quelle contenenti joduro di potassio si mantenne di gran lunga superiore a quella del controllo; in quelle contenenti jodio, invece, fu superiore per lo 0,1, inferiore per lo 0,05 $^0/_{00}$.

Al 15° giorno di coltura la quantità di P_2O_5 disciolta nelle colture contenenti elementi oligodinamici si mantenne pressochè costante, sempre superiore a quella del controllo, dove, anzi, l'anidride fosforica tendeva nuovamente ad insolubilizzarsi.

Oltre il 15° giorno s'inizia l'insolubilizzazione anche nelle colture con jodio o joduro poichè l'attività microrganica incomincia a diminuire.

Al 20° giorno le colture con jodio o joduro hanno sempre una solubilizzazione superiore a quella del controllo.

Al 30 giorno — ultima determinazione di questa prima serie di ricerche — per contenuto in anidride fosforica disciolta non rimasero superiori al controllo che i liquidi contenenti jodio, mentre quelli contenenti joduro di potassio presentavano cifre più basse.

Nei controlli tenuti sterili non furono trovate che tracce imponderabili di anidride fosforica disciolta.

Il risultati di queste prove, quindi, ci mettono in evidenza alcuni fatti: cioè:

— che lo joduro di potassio ha esercitato realmente una azione accelerante sulla solubilizzazione batterica del fosfato tricalcico; e tale solubilizzazione è stata anche più energica che non nelle colture di controllo;

— che lo jodio non ha esercitato azione accelerante nel senso di esaltare, in un primo tempo, il processo: ma che questo si è fatto più intenso con il progredire delle colture.

Per chiarire questi fatti fu intrapresa una seconda serie di esperienze e fu aggiunto allora in alcuni liquidi di coltura (costituiti come i precedenti) joduro di potassio nelle proporzioni dello 0,1-0,5-1 ‰; in altri, nelle proporzioni dello 0,1 ‰, furono aggiunti bromuro di potassio, cloruro di potassio, fluoruro di potassio, joduro di sodio; mentre altri liquidi, infine, furono lasciati di controllo.

Le determinazioni, eseguite con la stessa metodica delle precedenti e ad uguale distanza di tempo, dettero i risultati consegnati nella seguente tabella:

Determinazione	volume del liquido analizzato cc.:	P_2O_5 disciolta, gr.:						
		controllo	K J 0.1 ‰	K Br 0.1 ‰	K Cl 0.1 ‰	K Fl 0.1 ‰	Na J 0.1 ‰	K J 0.5 ‰	K J 1 ‰
iniziale . .	100	0.0052	0.0052	0.0052	0.0052	0.0052	0.0052	0.0052	0.0052
dopo 5 giorni	»	0.0480	0.0472	0.0466	0.0407	0.0410	0.0481	0.0598	0.0301
10 . .	»	0.0182	0.0216	0.0158	0.0152	0.0148	0.0241	0.0250	0.0180
15 . .	»	0.0141	0.0204	0.0144	0.0132	0.0092	0.0139	0.0116	0.0110
20 . .	»	0.0129	0.0190	0.0158	0.0181	0.0131	0.0054	0.0112	0.0022

Queste cifre ci indicano:

— che lo joduro di potassio, anche in proporzioni pari allo 0,5 ‰

è capace di manifestare la sua azione oligodinamica; in proporzioni superiori il fenomeno viene attenuato e ritardato;

— che l'azione dei diversi alogeni si corrisponde quasi per tutti, e molta analogia di comportamento presentano i sali in cui al potassio è sostituito il sodio.

Influenza sulla solubilizzazione della fecola.

Riportandoci al concetto che inevitabili, reciproci, intimi rapporti, possono stabilirsi tra le radici di qualunque pianta e le microforme del suolo, diffuse più o meno in quella regione distinta da Perotti con il nome di « rizosfera » (176), si è voluto vedere come l'attività amilolitica di forme ubiquitarie e banali possa venire influenzata dalla presenza di jodio o di joduro potassico e, per questo fatto, traesse vantaggio il metabolismo della pianta superiore.

Allestimmo al riguardo bevute da 1000 cc. con 200 di fecola e 200 di acqua; inoculammo con buona terra da giardino coltivando a 28° C.

Seguimmo l'andamento delle colture per 15-20 giorni, arieggiando ripetutamente o meno il liquido; ed infine furono saggiati gli zuccheri nelle soluzioni di coltura filtrate per pompa. In alcuna di esse si ebbe riduzione del liquido di Fehling; ma arguendo che il mancato o deficiente sviluppo fosse dovuto ascriversi alla composizione del substrato eccessivamente povero di elementi minerali ed azotati, ritenemmo opportuno di allestire altre beute aggiungendo alla fecola, anzichè acqua, brodo di fagiuoli non zuccherato. Il tutto non subì, come per la prova precedente, alcuna sterilizzazione in quantochè trattavasi di colture brute In parte delle beute fu aggiunto, in diverse proporzioni o jodio o joduro di potassio, mentre altre servirono di controllo.

Mantenemmo le colture per 15 giorni in termostato a 28° C., agitandole di quando in quando.

Lo sviluppo fu questa volta sensibilmente manifesto. Filtrati per pompa i liquidi determinammo, al termine del 15° giorno e a mezzo del Fehling, gli zuccheri riduttori presenti nei liquidi di coltura, ottenendo i risultati seguenti:

		Quantità di zuccheri riduttori presenti in 100 cc. di liquido di coltura:
Controllo		gr. 0,01800
iodio	0,01 ‰	» 0,02300
	0,05 »	» 0,02300
	0,1 »	» 0,02450
	0,5 »	» 0,04135
	1 »	» 0,13014
ioduro di K	0,01 »	» 0,02000
	0,05 »	» 0,02200
	0,1 »	» 0,02350
	0,5 »	» 0,02300
	1 »	» 0,02350

L'aggiunta di jodio o di joduro di potassio ha, adunque, favorito l'attività amilolitica delle microforme tanto maggiormente quanto più elevate ne erano le dosi, fino all'1 ‰.

Ma il processo si sarebbe forse reso più evidente se i substrati fossero stati sterilizzati: altre beute allora furono allestite e sterilizzate a 100° C. in corrente di vapore. In queste prove non si aggiunsero che le quantità dello 0,05 e 1 ‰ delle sostanze.

		Quantità di zuccheri riduttori presenti in 100 cc. di liquido di coltura:
Controllo		gr. 0,09318
J	0,05 ‰	» 0,13577
	1 »	» 0,22102
J K	0,05 »	» 0,12343
	1 »	» 0,38016

L'azione degli enzimi amilolitici è stata più intensa che non nel caso precedente, sperimentando con l'amido cotto. L'idrolisi dell'amido è stata comunque sempre favorita confermandosi i dati della prima serie di prove.

CONCLUSIONI

Il concetto che sulle concimazioni oligodinamiche ci si può formare, attraverso quanto siamo andati esponendo, è quello di ritenere le questioni ad esse relative ancora lungi dall'essere risolte.

I reperti che da quasi un trentennio si sono andati accumulando, e che riguardano più che altro fatti di interesse scientifico, non permettono praticamente di affermare che somministrazioni di elementi diversi a quelli ritenuti a tutt'oggi fondamentali nella nutrizione vegetale non recano a questa sensibile e manifesto vantaggio.

Particolarmente, nei riguardi dello jodio e delle concimazioni jodiche la sperimentazione non ci fornisce alcun indice avente carattere di valore assoluto; e, il più delle volte, i risultati da essa conseguiti sono stati negativi. Ciò per quanto riferiscesi allo sviluppo dei vegetali superiori.

Il presente studio, diretto a ricercare l'influenza che lo jodio può avere sui microrganismi ci ha posto invece in rilievo alcuni fatti e, cioè, che:

1. La cellula batterica trae profitto nel suo chimismo di moderate aggiunte al mezzo nutritivo di jodio o di joduro di potassio.

2. Forme più evolute di organizzazione, quali i funghi, possono in alcuni casi risentirne vantaggio, in altri, invece, danno, quando esse non restino indifferenti. L'azione venefica esercitata dallo jodio sulle medesime risulta più energica che non sui batteri, verificandosi la morte delle une con dosi inferiori che non per gli altri. Comunque, si nota una resistenza variabile con le diverse specie.

3. In organismi più differenziati, quali le alghe, il vantaggio che si può ottenere si verifica solo per dosi minimali di jodio o di joduro. Gli effetti tossici di dosi maggiori sono rapidi e molto evidenti.

4. Le attività biochimiche del suolo, in linea generale, ne traggono vantaggio e particolarmente il processo di nitrificazione e di solubilizzazione degli elementi minerali.

5. Vantaggio trae, infine, l'attività amilolitica delle microforme.

Adunque, l'azione dello jodio varia con il grado di evoluzione degli organismi su cui viene cimentato: e più precisamente, a pari dosi, può riuscire vantaggiosa per quelli inferiori mentre danneggia quelli superiori.

Siffatta constatazione darebbe ragione degli insuccessi riportati con le concimazioni di jodio sulle piante agrarie, mentre dalle presenti ricerche, risulta che sui microrganismi, in alcuni casi, somministrazioni del detto elemento risultano indiscutibilmente vantaggiose.

Dai Laboratori di Patologia Vegetale e Batteriologia Agraria
del R. Istituto Superiore Agrario di Pisa - Luglio 1930 - VIII

LAVORI CITATI

(1) C. Naegeli — *Ueber oligodynamische Erscheinungen in lebenden Zellen.* Denkschr. der Schweiz. Naturf. Ges. Bd. XXXIII, Zürich 1893.

(2) B. Frank e Fr. Krueger — *Ueber den Reiz, welchen die Behandlung mit Kupfer auf die Kartoffelpflanze hervorbringt.* Vorl. Mitt. B. D. B. G. Bd. XII, 1891.

(3) R. Otto — *Untersuchungen ueber das Verhalten der Pfanzenwurzeln gegen Kupfersalzlœsungen* - Zeitsch. f. Pflanzenkrankheiten. Bd. III, H. 6.

(4) id. — *Ueber Aufnahme und Speicherung von Kupfer durch die Pflanzenwurzeln.* Natur. Wochenschrift. B. VIII, 1893.

(5) Berlese e Sostegni — *Recherches sur l'action des sels de cuivre sur la végétation de la vigne et sur le sol.* Rev. intern. de viticolt. et enologie 1895.

(6) H. Hattori — *Untersuchungen ueber die Einwirkung des Kupfersulfat auf einige Pflanzen.* Arb. a. Bot. Inst. d. Univ. Tokyo. Bot. Cent. 1899.

(7) id. — *Studien ueber die Einwirkung des Kupfersulfat auf einige Planzen.* Journal of the College of Science Imperial Un. Tokyo, 1901.

(8) D. Miani — *Ueber die Einwirkung von Kupfer auf das Wachstum lebender Pflanzenzellen.* Ber d. D. B. G. 1902.

(9) L. Montemartini — *L'azione eccitante del solfato di manganese e del solfato di rame sopra le piante.* Staz. Sp. Agr. 1911.

(10) id. — *Nuove osservazioni sopra l'azione eccitante del solfato di rame sulle piante.* Riv. Pat. Veg. 1919.

(11) id. — *Su l'azione specifica di alcuni eccitanti sopra le foglie.* Atti Ist. Bot. di Pavia, 1924.

(12) Th. Bokorny — *Ueber die physiologische Wirkung der tellurigen Saüre.* Chemiker Zeitung, 1893.

(13) H. Coupin — *Sur la toxicitè des composés chromés à l'égard des végétaux superieures.* C. R. v. 127, p. 977-978.

(14) O. Loew — *Ueber die Wirkung des Urans auf Pflanzen.* Bull. College of Agriculture Tokyo, 1902.

(15) H. Agulhon — *Emploi du bore comme engrais catalytique.* C. R. T. 150. 1910.

(16) P. Galli — *Ricerche intorno all'azione dell'acido borico e del borato sodico sopra alcune piante erbacee, ecc.* Boll. Ist. Sup. Agrario di Pisa, 1925-26.

(17) Per la bibliografia relativa al magnesio si confronti :
F. Strohmer e O. Fallada — *Ueber Magnesia - Düngung zu Zuckerrüben.* Oesterreichisch-Ungarische Zeit. f. Zuckerind. u. Landw. 2, Wien 1913.

(18) N. Ono — *Ueber die Wachstumsbeleinigung einige Algen und Pilzen durch chemische Reize.* Arb. a. bot. Inst. der Univ. Tokyo, 1899.

(19) K. S. Iwanoff — *Ueber die Wirkung einiger Metallsalze und einatomiger Alkohole auf die Entwickelung von Schimmelpilzen.* C. f. B. Bd. XIII 1904.

(20) R. Perotti — *Influenza di alcune azioni oligodinamiche sullo sviluppo e sull' attività del « B. radicicola » Bey.* Annali di Botanica V. III, 1905.

(21) id. Annali di Botanica, v. V, 1906.

(22) O. Munerati, G. Mezzadroli, T. V. Zapparoli — *Influenza di alcune sostanze oligodinamiche e di altre poco usate sullo sviluppo della barbabietola da zucchero.* Staz. Sp. Agr. 1913.

(23) id. *Elementi catalitici e sostanze fertilizzanti poco usate nella coltura della barbabietola da zucchero.* Staz. Sp. Agr. 1914.

(Per altra bibliografia sull'argomento vedi inoltre quanto in queste Note).

(24) T. Costa — *I sali di manganese, di alluminio e di iodio nella fertilizzazione della barbabietola.* Staz. Sp. Agr. 1924.

(25) R. V. Allison, O. C. Bryen, I. H. Hunter — *The stimulation of plant response on the rew peat soils of the Florida everglades through the use of Copper sulphat and other Chemicals.* Agr. Exp. St. Univ. Florida, 1927.

(26) I. Stoklasa — *Biochemischer Kreislauf des Phosphations im Boden.* Jena, 1911.

(27) id. — *Physiologische Bedeutung des Kalium-ions im Organismus der Zuckerrübe.* Jena, 1916.

(28) id. — *Ueber die Verbreitung des Aluminiums in der Natur und seine Bedeutung beim Bau-und Betriebsstoffwechsel der Pflanzen,* Jena, 1922.

(29) id. — *Handbuch der biophysikalischen und biochemischen Durchforschung des Bodens,* Berlin, 1926.

(30) I. E. Greaves. — *The occurrence of arsenic in soils.* Bioch. Bull. II, 1913.

(31) id. — *Some factors influencing ammonification and nitrification in soils.* I: *Influence of arsenic* - Centr. Bakt. 39, 1913.

(32) id. — *The influence of arsenic upon the biological transformation of nitrogen in soils.* Bioch. Bull. 3, 1913.

(33) id. — *Stimulating influence of arsenic upon the nitrogen-fixing Organisms of the soils.* Journ. Agric. Res. 6, 1913.

(34) id. e H. P. Anderson. — *The influence of arsenic upon the nitrogen-fixing powers of the soil.* Centr. Bakt. 42, 1914.

(35) H. H. Grean e W. H. Kestell — *Behavior of Bacteria toward arsenic.* South Africa Journ.. Sc. 15, 1919.

(36) W. P. Headden — *The occurrence of arsenic in soils, plants, fruits, and animals.* Proc. Colo. Sci. Soc. 9, 1910.

(37) A. Herzfeld e A. E. Lange — *The cause of the presence of traces of arsenic in raw sugars.* Chem. Abstr. 5, 1911.

(38) A. J. Kunkel — *So-called normal arsenic.* Zeit Physiol. Chem. 40, 1905.

(39) W. I. George — *Fate and effect of arsenic appliend as a spray for weeds.* Journ. Agric. Sc. 3, 5, 1909.

(40) Stewart, John e Smith E. S. — *Some relations of arsenic to plant growth.* Soil Sci. 14, 1922.

(41) J. Stoklasa — *Ueber die Bedeutung des Arsens in der Pflanzenproduktion* - Abs. Jahrb. Agrik. Chem. 19, 1896.

(42) id. — *Ueber die physiologische Bedeutung des Arsens im Pflanzenorganismus.* Zeit. Landw. Versuchs-wes. Oesterreichs, 1898.

(43) E. Boullanger — *Action du soufre en fleur sur la végétation.* C. R. T. 154. 6, 1912.

(44) id. e M. Dugardin — *Meccanisme de l'action fertilisante du soufre*, id. T. 155, 4, 1912.

(45) Bernhardt — *Versuche ueber die Wirkung des Schwefels als Duenger im Jahre* 1911 - Deut. Landwirth. Presse, 23, 1912.

(46) L. Degrully — *Sur l'action fertilisante du soufre.* Progrès agricole et viticole, II, 1912.

(47) J. Urban — *Ueber die Wirkung der Schwefelblueten af das Wachstum der Zuchererrübe* - Zeitschrift fur Zuckerindustrie in Böhmen. XXXVII, 1913

(48) M. A. Demelon — *Sur l'action fertilisante du soufre.* C. R. T. 156. 9, 1913.

(49) V. Vermorel e E. Danthony — *Le soufre et les pyrites de fer employès comme engrais.* Journal d'agr. prat. 47, 1913.

(50) D. M. Shedd — *Influenza dello solfo sulla fertilità del terreno.* Ref. dal Kentuchy Agr. Exp. St. Bull. n. 188, 1914.

(51). W. Pitz. — *Effetti dello solfo libero e del solfato di calcio sopra alcune forme vegetali superiori e inferiori.* Ref. dal Journ. of,. agric. research. 16, 1916.

(52). D. M. Shedd. — *Effetti dello solfo su differenti piante in differenti* terreni. Id., 4, 1917.

(53). C. B. Lipmann. e W. Gericke. — *The significance of the sulphur in the sulphate of ammonia appliend to certain soils.* Soil Sc. ,v. 81, 1918.

(54). F. Chauzit. — *Action fertilisante du soufre sur la vigne,.* C. R. Ac. Agr. France, p. 935, 1919.

(55). R. Stewart. — *Sulphur in relation to soil fertility.* Illinois. Stat. Bull. p. 99, 1920.

(56). G. Nicolas. — *Mechanism of the fertilizing action of Sulphur.* C. R. p. 85, 1921.

(57). F. Chaurit. — *Action fertilisante du soufre.* C. R. Ac. Agr. France, 1921.

(58). Y. L. St. John e A. G. Olson. — *An investigation of sulphur as a plant food.* Washington St. Bull. p. 69, 1921.

(59). S. Waksman. — *Microrganisms concerned in the oxidation of sulphur in the soil.* Journal of Bact. VII, 1922.

(60). Id. e I. Joffre. — *The Bacillus thiooxidans a new sulphur oxidiring organism isolated from the soil.* id. p. 239, 1922.

(61). W. Rudolfs. — *Ossidazione dello solfo nei terreni alcalini.* Ref. dal Soil Sc. v. XIII, 1922.

(62). G. D' Ippolito. — *Ricerche sperimentali sull' azione fertilizzante dello solfo.* Staz. Sp. Agr. v. LVI, 1923.

(63). G. Bosinelli. — *Intorno all' azione dello solfo libero sulla vegetazione.* Staz. Sp. Agr. v. XLVIII, 1915.

(64). Th. Pfeiffer e E. Blanck. — *Beitrag zur Wirkung des Schwefels auf die Pflanzenproduktion.* Die Landw. Versuchsst. 6, 1914.

(65). I. Vercier. — *Espériences sur l'action fertilisante du soufre.* Progrès agricole et viticole, 1912.

(66). A. Desriot. — *Nouvelles expériences sur l'action fertilisante du soufre.* Journ. d'agr. pratique 1, 1913.

(67). W. Thalan. — *Die Einwirkung von in Boden benfindlichen sulfiten von Thiosulfat und Schwefel auf das Wachstum der Pflanzen.* Die Landw. Versuchsst. III, IV, 1913.

(68). A. Manaresi. — *Ricerche sull' azione fertilizzante dello zolfo.* Agr. moderna 1913.

(69). Ch. Brioux e M. Guerber. — *L'action fertilisante du soufre, son èvolution dans le sol.* Annales de la Sci. agr. fran. et étranger 1913.

* Per la bibliografia relativa vedi :

(70). I. Giglioli. — *Nuovi concetti e nuove esperienze nella concimazione ed inoculazione dei terreni.* Boll. Soc. Agr. It. Roma, 1908.

(71). Th. Pfeiffer e E. Blanck. — *Beitrag zur Frageue ber die Wirkung des Mangans auf das Pflanzenwachstum.* Die Landw. Versuchsst. 1, 2, 1912.

(72). A. Pugliese. — *Sulla biochimica del manganese.* B. Ist. Incoraggiamento. Napoli, 1913.

— Ad esse aggiungasi quanto citato nelle Memorie di cui alle note 22, 23 e inoltre :

(73) Bértrand e Rosemblatt. — *Présence générale du manganese dans le regne végétale.* C. R. n. 5, p. 333 1921.

(74). Winifreed-Brenchley. — *Inorganic plant poisons and stimulants.* Cambrigde Univ. Presse, 1914.

(75). S. Sijfert. — *The influence of Manganese on the growth and ash composition of Potato.* Abs. Bot. Cblt. p. 376, 1915.

(76). P. Nottin. — *The absorbing power of the soil for manganese.* C. R. n. 1, ép. 44, 1920.

(77). G. Masoni. — *Saggio sull' azione del solfato di manganese in rapporto alla vegetazione.* St. Sp. Agr. It. v. XLIV, 1911.

(78). A. Contino. — *Sulla quantità di manganese in alcuni terreni italiani.* St. Sp. Agr. It. v. XLIV, 1911.

(79). G. Masoni. — *Nuovi saggi sull' azione dei composti di manganese in rapporto alla vegetazione.* St. Sp. Agr. It. v. XLVIII, 1915.

(80). Flora, 1892. et Bull. n. 18 del U. S. Department of Agriculture Washington.

(81). O. Loew. — *On the Lime-factor for different Crops.* Bull. of. the Coll. of. Agric. Tokyo, 4, 1902.

(82). id. e S. Houda. — *Ueber den Einfluss wechselnder Mengen von Kalk und Magnesia auf die Entwicklung der Nadelbäume.* Bull. of. the Coll. of. Agric. Tokyo, 2, 1896.

(83). K. Aso. — *On the Influence of different Rations of Lime and Magnesia upon the Development of Plants.* Bull. of. the Coll. of. Agric. Tokyo, 4. 1902.

(84). K. Aso — *On the influence of a certain ratio between Lime and Magnesia on the Growth of the Mulberry-tree.* Bull. of. the Coll. of. Agric. Tokyo, 5, 1093.

(85). L. Bernardini e G. Corso. — *Influenza dei vari rapporti di calce e magnesia su lo sviluppo delle piante.* Staz. Sp. Agr. It. v. XLI, 1908.
(86). id. e G. Siniscalchi. — *Intorno all' influenza dei vari rapporti fra calce e magnesia sullo sviluppo delle piante.* Id. v. XLII, 1908.
(87). C. Furuta. — *To what Extent should a Soil be Limed.* Bull. of. the Coll. of. Agric. Tokyo, 4., 1902.
(88). G. Daikuhara. — *On the influence of different Ration beltween Lime and Mg on the development of Phaseolus.* Ibidem, 1901.
(89). T. Katayama. — *On the Determination of the available Amounts of Lime and Magnesia in the Soil.* Ibidem, 6, 1904.
(90). E. Haselfhoff. — *Ueber die Wirkung von Kalk und Magnesia bei der Ernährung der Pflanzen.* Landw. Jahrbuecher v. XLV, 4, 1913.
(91). F. Pisciotta. — *Il rapporto calcio-magnesia nella coltivazione del frumento.* St. Sp. Agr. It. 1910.
(92). P. L. Gile. — *Lime-magnesia Ratio as influenced by concentration.* Bull. 12 Porto Rico Agr. Exp. St. 1913.
(93). C. R. v. 176, p. 1570, 1922.
(94). H. Schroeder. Angewandte Botanik. Berlin, Bontrëger, 1925.
(95). W. Obst. — Zentralbl. f. d. Kunstduengerindustrie, 1926.
(96). G. Doerell. — *Die Ernährung der Pflanze* n. 6, v. 15. III, 1924.
(97). Ch. Zeit, n. 48, p. 235, 1924.
(98). Meddelande fram Zentralanstalten, Stockholm, 1918.
(99). Biochem. Zeitschr. v. 139, p. 391, 1922. e. v. 160, p. 210, 1925.
(100). Zeitschr. f. d. Zuckerindustrie der C. S. R. v. 7, p. 177, 1926.
(101). M. Wrangell. — *Das Iod als Pflanzennährstoff.* Die Naturwissenschaften 15, 1927.
(102). Zeitschr. f. Pflanzenernaehrung und Duengung, 1925.
(103). O. Loew. — Pflanzenernaehrung n. Duengung, 5, 233, 1926.
(104). O. Dafert e H. Brichta. — *Hat der Iodgehalt des Chilesalpeters praktische Bedeutung für die Landwirstchaft?* Fortschritte der Landw. 17, p. 531, 1926.
(105). I. Stoklasa. — *Das Iod als biogenes Element im Organismus der Zuckerruebe.* Fort. Landw. 1, 1926.
(106). Th. Fellemberg, H. Geilinger e K. Schweizer. — *Ueber das freiwerden des elementaren Iodes aus der Erde.* Bioch. Zeitschrift 1924.
(107). Bares. — Dissertationsarbeit., 1925.
(108). Werba. *Vergleichende Kunstduengungsversuche zu Zuckerruebe.* Landw. Frachpresse für die Tschechoslowakei., 1925.
(109), Lafon e Quillard. — Paris, 1924.
(110). M. V. Wrangell. Naturwissenschaften. 17, 70, 1927.
(11). G. Klein. — *Zur Frage der Jodduengung.* Fortsch. der Landw., 13. 1927.
(112). E. Hiltner. — *Ist eine wesentliche Jodanreicherung in Pflanzen moeglich?.* Fortsch. der Landw. 1, 1928.
(113). T. Costa. — *I sali di manganese, di alluminio e di jodio nella fertilizzazione della barbabietola.* Staz. Sp. Agr. It. v. LVII, 1924.
(114). L. Amadori. — *L' azione dello jodio metallico sulle piante.* Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Proc. verb. v XXXV, Pisa, 1926.

(115). L. Amadori. — *Secondo contributo alla conoscenza dell'azione sulle piante delle sostanze chiamate acceleratrici. L' azione dello jodio metallico*, id. v. XXXVI, Pisa, 1927.

(116). id. — *Terzo contributo*, ecc. id. v. XXXVII. !Pisa, 1928.

(117). J. Stoklasa. — Chem. Zeitg. n. 153, v. 20, XII, 1924.

(118). id. — *De la fonction physiologique del l' iodie dans l'organisme de la betterave à sucre*. C. R. T. 178, 1924.

(119). id. — Biochem. Zeitschr. 176, 38, 1926.

(120). id. *Ueber den Chemismus des Zuckerbaues in der lebenden Pflanzenzelle und den Einfluss der Radioaktivität auf die anäerobe Atmung der Pflanzenorganismen*. Chemie der Zelle und Gewebe. v. XII, 5, 1926.

(121). G. Klein. — Op. cit.

(122). Peklo. — Oesterr. bot. Zeitschr. 62, 47, 174, 1912.

(123) Koenig. — Verhand Ges. Naturf. 1911, 261.

(124). Appel. — Zeitschr. f. Bot. 10, 1918.

(125). B. Bleyr. — *Zur Kenntnis des Iods als biogenes Element*. Biochem. Zeitschr. 170, p. 273.

(126) J. Stoklasa — Biochem. Zeitschr. 176, p. 39.

(127) id. — Zeitschr. f. angew. Chem. p. 21, 1927.

(128) id. — Fortschr. d. Landw, 1926.

(129) Lafon — Biochem. Zeitschr. 176, p. 43.

(130) Th. Fellemberg — Biochem. Zeitschr. 152, p. 140 e 163.

(131) Shore e Andrew — Goître in School Children. Dep. of Health, ecc. Wellington, 1929.

(132) J. Beck — *Beitraege zum Studium der Bindung des Jods im Boden*. Z. Pflanzenernaerung 16, 57, 1930.

(133) Scharrer e Schwaibold — Zeitschrift fur anorganische und allgemeine Chemie, 182, 192, 1929.

(134) Vedi in G. Klein op. cit.

(135) I. Stoklasa — *Ueber den Einfluss des Jodions auf das Wachstum und die Zellvermehrung der Halophyten* - Bioch. Zeitsch. Bd. 1, 3, 1929.

(136) K. Scharrer — *Chemie und Biochemie des Jods* - 192 S. Stuttgart: Ferdinand Enke, 1928.

(137) O. Eckstein — *Das Jodproblem und seine Zusammenhänge mit volksgesundheit und Landwirtschaft*. Landw. 68. 1928.

(138) St. Weiser u A. Zaitschek - *Der Einfluss des Iodes auf das Rindern*. Fortsch. 9, 1929.

(139) H. Niklas, A. Strobel u K. Scharrer — Bioch. Zeitschr. 170, 1924.

(140) id. id. — id., p. 300.

(141) K. Scharrer — Fortschr. d. Landw. 1927.

(142) id. — Ergebn. d. Physiologie, 25, 176 bis, 363, 1926.

(143) B. Bleyer — Biochem. Zeitschr. 170, 265, 1926.

(144) Th. Fellemberg. Bioch. Zeitschr. 142, 246, 1924.

(145) id. id., 160, 218, 1925.

(146) id. id., 174, 352, 1926.

(147) id. id., 1923.

(148) M. Wrangell — Die Naturwissenschaften, 1927.
(149) E. Hiltner. Oïp. cit.
(* *) A chi interessi dal punto di vista zootecnico e terapeutico consulti :
(150) Eward — Annual Session of the Assoc. for the Study of Internal Secretions, Mineapolis, 1928.
(151) Morrison e Fargo — Wisconsin Station Bull., 1929.
(152) Hansen — Die Tierernaehrung 1, 119, 1929.
(153) Golf e Birnbach — Deutsche Landw. Tierzucht, II, 1927.
(154) Cruickshank — Bioch. Journal 23, 1044, 1929.
(155) Schropp — Bioch. Zeitsch. 213, 2, 1929.
(156) Scharrer e Schropp — id. 213, 18, 1929.
(157) Tocher — Transaction of the Agr. Soc. of Scotland, 31, 237, 1919.
(158) Scharrer e Schwaibold — Bioch. Zeitsch. 213, 32, 1929.
(159) Orr, Crichton e Middleton — Veterinary Record, 9, 1055, 1929.
(160) Reid — Lacombe, Alberta Station Report, 1927.
(161) Gibson — Saskatchewan Station Report. Indian Head, 1928.
(162) Mueller - Lenhartz e v. Wendt — *Die hoechste Milchleistung* - Berlin, 1929.
(163) R. Richter — *Jod in der Schweinemast.* Zuechtungstude 5, 152, 1930.
(164) S. Weiser e A. Zaitschek — *Jodstoffwechselversuch an milchenden Ziegen* — Biochem. Z. 217, 359, 1930.
(165) K. Scharrer e J. Schwaibold — *Ueber den tierischen Jodstoffwechsel bei Verfuetterung von organisch gebundendem Jod* - Tierernaehrg. 1, 37, 1929.
(166) E. Mangold e W. Lintzel — *Ueber die Jodfrage in der Tierernährung.* Mitt. dsch. Landw. Ges 1930, II, 615
(167) Weiser e A. Zeitschek — *Die Bedeutung der Jodfütterung im Tierhaushalt.* Kisèrlet. Közlem. 33, 112 u. dtsch. Zusammenfassung 117 (1930).
(168) Stahl e Warnkross — *Versuche zur Jodwirkung bei Mast und Aufzucht der Schweine, durchgeführt in der anerkannten Versuchswirtschaft für Schweinehaltung, Ruhlsdorf, Kreis Teltow.* Suddtsch. landw. Tierzucht 1930, I, 291.
(169) Vowinckel — *Jodfütterungsversuch mit Schafiämmern.* Dtsch. Schäfereiztg, 22, 79, 1930.
(170) A. Meyer - *Prakticum der botanischen Bakterienkunde* Jena, 1903.
(171) R. Perotti — *La teoria microrganica della concimazione* - Roma, 1925.
(172) id. *Di alcune notevoli alterazioni del plasma cellulare.* Boll. R. Staz. Pat. Veg. Roma, 1925.
(173) Per questa metodica e le seguenti vedi :
R. Perotti — *Tecnica di Biologia Vegetale applicata all'Agricoltura,* Roma 1928.
(174) O. Verona e C. Ferretti — *Sur l'action de quelques éléments oligodinamique sur la solubilisation bactérienne du triphosphate.* Boll. Soc. Int. Int. di Microbiologia, v. I, 1929.
(175) R. Perotti — *Sul ciclo biochimico dell' anidride fosforica nel terreno agrario* - Roma 1909.
(176) id. op. cit.